

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-216133

(43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl. H01L 21/3205
H01L 21/28
H01L 21/90

(21)Application number : 05-236089

(71)Applicant : SGS THOMSON MICROELECTRON INC

(22)Date of filing : 22.09.1993

(72)Inventor : MACNAUGHTON ROBERT B
LIAO DE-DUI

(30)Priority

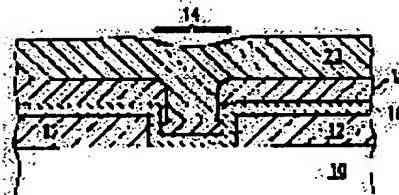
Priority number : 92 948690 Priority date : 22.09.1992 Priority country : US

(54) MANUFACTURE OF METAL CONTACT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the method for attaching and forming an aluminum thin film layer for forming the improved metal contact in a semiconductor integrated circuit device.

CONSTITUTION: An initial aluminum layer 18 is attached and formed at the sufficient depth for forming a continuous layer at the very low temperature, e.g. room temperature. Thereafter, for completing the attachment of the aluminum layer, a second aluminum layer 20 is attached and formed at the lower attaching rate and at the increasing temperature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-216133

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl.⁵

H01L 21/3205

21/28

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

301 L 7376-4M

R 7376-4M

7514-4M

7514-4M

H01L 21/88

N

R

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平5-236089

(22)出願日

平成5年(1993)9月22日

(31)優先権主張番号

948690

(32)優先日

1992年9月22日

(33)優先権主張国

米国(US)

(71)出願人 591236448

エスジーエーストムソン マイクロエレクトロニクス, インコーポレイテッド
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS, INCORPORATED

アメリカ合衆国, テキサス 75006,
カーロルトン, エレクトロニクス ドライブ 1310

(74)代理人 弁理士 小橋 一男 (外1名)

最終頁に続く

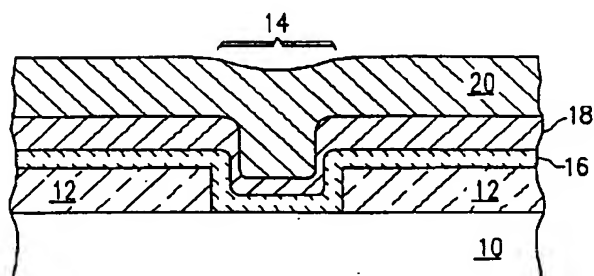
(54)【発明の名称】 メタルコンタクトの製造方法

(57)【要約】

(修正有)

【目的】 半導体集積回路装置において改良したメタルコンタクトを形成するためにアルミニウム薄膜層を付着形成する方法が提供される。

【構成】 最初のアルミニウム層18は、例えば室温等の非常に低い温度で連続的な層を形成するのに十分な深さに付着形成させる。次いで、アルミニウム層の付着を完成するために、より低い付着レートで且つ増加する温度において第二アルミニウム層20を付着形成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 集積回路コンタクト構成体の製造方法において、

半導体装置上に絶縁層を形成し、

前記絶縁層を貫通して前記半導体装置へ達する開口を形成し、

比較的低い温度で且つ比較的高い付着レートで前記絶縁層上及び前記開口内へ延在する第一アルミニウム層を形成し、

比較的高い温度で且つ比較的低い付着レートで前記第一アルミニウム層上に第二アルミニウム層を形成する、
上記各ステップを有することを特徴とする方法。

【請求項2】 請求項1において、更に、前記第一アルミニウム層を形成するステップの前に、前記絶縁層上及び前記開口内へ延在させてバリア層を形成するステップを有することを特徴とする方法。

【請求項3】 請求項2において、前記バリア層が窒化チタンから構成されていることを特徴とする方法。

【請求項4】 請求項1において、前記比較的低い温度が100℃未満であることを特徴とする方法。

【請求項5】 請求項4において、前記比較的低い温度が約室温であることを特徴とする方法。

【請求項6】 請求項4において、前記比較的低い温度が室温未満であることを特徴とする方法。

【請求項7】 請求項1において、前記第二アルミニウム層を形成するステップが、

前記集積回路の温度を約400℃と500℃との間の温度へ増加させて、

前記付着させた第二アルミニウム層の表面移動が前記集積回路内の低い領域を充填することを可能とするのに充分低いレートで前記温度の上昇と同時的に前記集積回路上への前記第二アルミニウム層の付着を開始する、
上記各ステップを有することを特徴とする方法。

【請求項8】 請求項1において、更に、前記第一アルミニウム層を前記開口をブロックするものよりも小さな厚さへ形成することを特徴とする方法。

【請求項9】 請求項8において、前記第一アルミニウム層を約1000Å未満の厚さへ付着形成することを特徴とする方法。

【請求項10】 請求項8において、前記第一アルミニウム層の厚さが約200乃至300Åであることを特徴とする方法。

【請求項11】 請求項1において、前記第一アルミニウム層を約100Å/秒より大きなレートで付着形成させることを特徴とする方法。

【請求項12】 請求項1において、前記第二アルミニウム層を約60Å/秒未満のレートで付着形成させることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、大略、半導体集積回路技術に関するものであって、更に詳細には、改良した層間コンタクトを形成するために集積回路内にメタル（金属）層を付着形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路においては、メタル相互接続層を形成することは、これらの装置の適切な動作のために重要なものである。メタル相互接続信号線は、絶縁層におけるビア即ち貫通導体を介して集積回路の下位の導電層とコンタクト即ち接触を形成する。装置の最良の動作のためには、相互接続層を形成するために使用するメタルが完全にビア即ち貫通導体用の孔を充填すべきである。

【0003】 物理的な特性のために、アルミニウムは、集積回路におけるメタル相互接続線を製造するために特に適したものである。然しながら、集積回路に対してアルミニウムの薄膜層を付与するために使用されるスパッタプロセスは、通常、コンタクトビアを理想的な状態で充填するものではない。大きなアルミニウムのグレイン即ち粒界が、絶縁層の上表面上に形成する傾向となる。コンタクトビアの端部に形成されるグレインは、アルミニウムがそのビアを完全に充填する前にそのビアをブロックする傾向となる。その結果、ビア内にボイドが発生したり不均一な構成となったりする。

【0004】 この問題は、集積回路がより小さな幾何学的形状を使用して製造されるにしたがい特に重要な問題となる。これらの装置において使用されるより小さなコンタクトは、より大きな幾何学的形状の装置よりもより大きなアスペクト比（即ち、高さ対幅の比）を有する傾向となり、そのことはアルミニウム充填問題を悪化させる。

【0005】 上述したステップカバレージ即ち段差被覆の問題によって発生されるビア内へのアルミニウム層の不均一な厚さは装置の機能性に悪影響を与える。ビア内のボイドが十分に大きなものである場合には、接触抵抗が所望のものよりも著しく高いものとなる場合がある。更に、アルミニウム層の薄くなった領域は公知のエレクトロマイグレーション問題を発生する場合がある。このことは、コンタクトにおいて究極的に開回路を発生したり装置の障害を発生する場合がある。

【0006】 下位の相互接続レベルへの良好なメタルコンタクトを確保するために多数のアプローチが使用されている。例えば、ビアを介しての導通を改善するためにアルミニウム相互接続層と関連して耐火性金属層が使用されている。ビア内のメタル即ち金属による充填を改善するために傾斜したビア側壁が使用されている。傾斜した側壁を使用することは、装置の寸法が小型化されると共に余り使用されなくなっている。何故ならば、傾斜した側壁はチップ上での多くの面積を占有するからである。

3

【0007】これらの技術をもってしても、アルミニウムでビアを完全に充填することの問題は解決されているわけではない。その理由の一部としては、アルミニウムは、比較的大きなグレイン寸法を発生する傾向のある温度で付着形成されるからである。コンタクト内のボイド及びその他の不均一性は、現在の技術をもってしてもいまだに問題として残っている。

【0008】ビア充填問題を解消すべく提案されている一つの技術は、500℃と550℃との間の温度においてアルミニウム相互接続層を付着（堆積）形成させるものである。このような温度においては、アルミニウムの液状性が増加され、アルミニウムがビア内に流れ込みビアを充填することを可能とする。この技術は、例えば、H. Ono et al. 著「平坦化させたAl-Siコンタクト充填技術の開発（DEVELOPMENT OF A PLANARIZED Al-Si-CONTACT FILLING TECHNOLOGY）」、1990年6月、VMICコンフェレンスプロシーディングズ76-82頁の文献に記載されている。この文献は、500℃未満の温度及び550℃を超える温度ではコンタクトビアのメタル（金属）の充填が劣化することを記載している。このような技術を使用することは大きなグレイン寸法によって発生する問題がいまだに存在するものと思われる。

【0009】メタルコンタクトのステップカバレッジ即ち段差被覆を改善する別の技術は、「メタルコンタクトの製造方法（METHOD FOR FORMING A METAL CONTACT）」という名称の米国特許第5,108,951号（発明者Chen et al.）に記載されている。この特許は、特定した温度範囲内において低い付着レートでアルミニウムを付着する技術を記載している。その温度は、アルミニウムが付着形成される間に、約350℃より低い温度からランプアップ即ち傾斜状に増加される。この特許は、比較的低い付着レートにおいて約400℃と500℃との間の温度においてのアルミニウム層の殆どの深さにわたっての付着形成を行なうものである。

【0010】上述した発明者Chen et al. の米国特許の記載によれば、アルミニウムコンタクトに対して改善されたステップカバレッジを有する付着形成が行われる。然しながら、その技術は、いまだにランダムなボイド発生の問題を有しており、それは比較的大きなグレイン寸法か、又は上述した温度において付着形成される場合の初期的な膜核形成によって発生されるものと考えられる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従って、コンタクトビアにおけるカバレッジを改善するために集積回路上にアルミニウムの薄膜層を付着形成する技術を提供することが望まれている。更に、このような技術が現在スタンダ

4

ードなプロセスの流れと適合性を有するものであることが望ましい。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、半導体集積回路装置において改善したメタルコンタクトを形成するためにアルミニウム薄膜層を付着形成する方法が提供される。例えば室温等の非常に低い温度で連続的な層を形成するのに十分な深さへ初期的なアルミニウムの層を付着形成する。次いでアルミニウム層の付着を完了するために、増加した温度及びより低い付着レートにおいて第二アルミニウム層を付着形成させる。

【0013】

【実施例】以下の説明する処理ステップ及び構成は集積回路を製造するための完全な処理の流れを構成するものではない。本発明は、当該技術分野において現在使用されている集積回路製造技術に関連して実施することが可能なものであり、本発明の重要な特徴を理解するのに必要な点について重点的に説明する。又、添付の図面は集積回路を製造する期間における集積回路の一部の断面を示したものであって、本発明の重要な特徴を示すために適宜拡縮して示してある。

【0014】図1を参照すると、半導体基板10上に集積回路装置を形成する。基板10が示されているが、本発明は任意の下側に存在する導電層に対して形成したコンタクトと共に使用することが可能であることに注意すべきである。従って、基板10は、多結晶シリコン及び／又は金属相互接続体の複数個の層を有することが可能であり、且つ単結晶シリコン基板における活性領域とすることも可能である。絶縁層12が基板10上に形成され、且つ当該技術分野において公知の如く、絶縁層12を貫通して開口14を形成する。窒化チタンからなるバリア層16を絶縁層12の上及び開口14内に適格的に付着形成させる。バリア層16を、約200乃至500Åの深さに好適に付着形成させる。

【0015】図2を参照すると、バリア層16の上にアルミニウム層18を形成する。アルミニウム層18は、好適には、公知のスパッタプロセスを使用し、且つ付着深さ及び温度をある限界内に維持することによって形成する。好適には、アルミニウム層18は、可及的に低い温度で付着形成する。具体的には、100℃未満の温度においてアルミニウム層18を付着形成することが望ましい。然しながら、アルミニウム層18を100℃で付着形成する場合にはある好適な結果が得られる。室温（約30℃）の場合には良好な結果が得られる。

【0016】このような低い温度でアルミニウム層18を付着形成する目的は、極めて小さなグレイン寸法を有するアルミニウム層を与えることである。爾後的に付着形成されるアルミニウム層は、層18に形成されるグレインの周りに核形成する。アルミニウム18のグレイン寸法を最小とすることによって、より高い温度を使用す

5

る従来技術において発生していたランダムなボイドの発生は減少されるか又は除去される。

【0017】アルミニウム層18は初期的な層であり、且つ相互接続層の全体的な厚さを構成するものではない。層18が付着形成されねばならない深さは開口14の寸法に依存する。層18の典型的な厚さは、開口14が0.5と1ミクロンとの間の幅を有する場合には、500乃至1000Åである。層18は、好適には、完全な層18が付着形成されることを確保する深さに付着形成される。従って、層18は、典型的には、200乃至300Åより小さくなることのない公称的な厚さを有している。

【0018】アルミニウム層18を付着形成するレートが重要である。一般的には、アルミニウム層18の付着レートが速ければ速い程、結果的に得られる層の構成はより良好である。従って、少なくとも100Å/秒のレートが好適であり、100Å/秒を越えるレートは非常な良好な結果を発生する。然しながら、本技術は、約50Å/秒以下のレートで実施することも可能である。

【0019】図3を参照すると、第一アルミニウム層18の上に第二アルミニウム層20を形成する。この層はより低い付着レートで、且つ付着されたアルミニウムが開口14を完全に充填することを可能とする技術を使用して形成する。好適実施例においては、「メタルコンタクトの製造方法(METHOD FOR FORMING A METAL CONTACT)」という名称の米国特許第5,108,951号(発明者Fusen E. Chen et al.)に詳細に記載されている技術を使用して第二アルミニウム層20を形成する。このような技術は非常に良好なステップカバレッジ即ち段差被覆を与える。コンタクト開口14は、基本的に、アルミニウム層20によって充填され、ほぼ平坦な上表面を与える。

【0020】これら二つの層の付着が一体となって改良したコンタクトを与える。低温においての第一アルミニウム層18の比較的高速での付着は、第一アルミニウム層18に非常に小さなグレイン寸法を与える。これらの条件下においてのアルミニウム層18の付着はステップカバレッジ即ち段差被覆が良好なものではない。上述した特許に記載されている条件の下での第二アルミニウム層20の付着によって全体的なステップカバレッジ即ち段差被覆が改善される。

【0021】上述したChen文献に記載されている技術は非常に良好なステップカバレッジを与えるものであるが、所望のものよりも大きなアルミニウムグレインが発生する。然しながら、上述した条件下において層18の上に層20を形成する場合には、層18内に形成されている極めて小さなグレイン上への層20内のアルミニウムの核形成が大きなグレインの成長を最小とさせ、且つ時折発生する大きなグレインの成長によって発生され

6

るランダムなボイド発生の問題を減少させるか又は排除することが可能である。

【0022】層20を形成する付着プロセスは主に400乃至500℃内の間の温度で実施するので、層20を付着形成するチャンバは比較的高い温度である。ほぼ500℃の温度から室温へ単一のチャンバを冷却させるためにはかなりの長い時間が必要である。このような遅延は処理能力に悪影響を与える。従って、本発明方法は、好適には、マルチチャンバ型のスパッタ装置に関連して実施し、その場合には、第一層18を室温状態における第一チャンバ内において付着形成し、その後、ウエハを層20を付着形成させるために第二チャンバへ移動させる。典型的には付着形成期間中にウエハの温度を上昇させるために使用される加熱アルゴンガスは第一チャンバにおいては使用しない。然しながら、層20を付着形成するためにウエハの温度を上昇させるために、第二チャンバにおいて加熱したアルゴンガスを使用することが可能である。このような状態においては、層18を付着形成するために使用されるチャンバは加熱されることがなく、従って処理能力が悪影響を受けることはない。一般的には、層18は層20よりも著しく短い時間で付着形成される。アルミニウムをスパッタするために使用される各室温のチャンバに対して複数の加熱したチャンバを配置させることが望ましい。

【0023】図4は、本発明の一実施例に基づいてアルミニウム層18、20の付着レートを示したグラフ22である。好適には室温等の低い温度に維持した第一チャンバにおいて、曲線24は、層18を形成するために短い時間の間比較的高い付着レートが使用されていることを示している。次いで、集積回路装置を具備するウエハを第二チャンバ内へ移動し、且つ層20をより低いレートで且つ温度を増加させながら曲線26にしたがって付着形成させる。好適には、第二チャンバにおける温度及び付着レートは、上述したChen特許に記載されている技術に基づいて行う。曲線26は短い時間の間40Å/秒のレートでの付着と、それに続いて60Å/秒の付着とを表わしている。上述したChen特許の図4に関連して説明されているように、その他の付着レート及び時間を使用することも可能であり、それにより同等の良好な結果が得られる。

【0024】当業者にとって明らかな如く、本発明を実施するために付着レート及び時間のその他の変形例を使用することも可能である。上述した如く、第一アルミニウム層18の厚さは開口14の寸法に依存している。開口14の寸法が小さければ小さいほど、層18を付着形成する前にコンタクト開口を完全にブロックすることがないようにするためには層18はより薄いものでなければならない。

【0025】図1に示したバリア層16はオプションである。このバリア層は、付着形成されるアルミニウム層

10

20

30

40

50

5

る従来技術において発生していたランダムなボイドの発生は減少されるか又は除去される。

【0017】アルミニウム層18は初期的な層であり、且つ相互接続層の全体的な厚さを構成するものではない。層18が付着形成されねばならない深さは開口14の寸法に依存する。層18の典型的な厚さは、開口14が0.5と1ミクロンとの間の幅を有する場合には、500乃至1000Åである。層18は、好適には、完全な層18が付着形成されることを確保する深さに付着形成される。従って、層18は、典型的には、200乃至300Åより小さくなることのない公称的な厚さを有している。

【0018】アルミニウム層18を付着形成するレートが重要である。一般的には、アルミニウム層18の付着レートが速ければ速い程、結果的に得られる層の構成はより良好である。従って、少なくとも100Å/秒のレートが好適であり、100Å/秒を越えるレートは非常に良好な結果を発生する。然しながら、本技術は、約50Å/秒以下のレートで実施することも可能である。

【0019】図3を参照すると、第一アルミニウム層18の上に第二アルミニウム層20を形成する。この層はより低い付着レートで、且つ付着されたアルミニウムが開口14を完全に充填することを可能とする技術を使用して形成する。好適実施例においては、「メタルコンタクトの製造方法(METHOD FOR FORMING A METAL CONTACT)」という名称の米国特許第5,108,951号(発明者Fusen E. Chen et al.)に詳細に記載されている技術を使用して第二アルミニウム層20を形成する。このような技術は非常に良好なステップカバレッジ即ち段差被覆を与える。コンタクト開口14は、基本的に、アルミニウム層20によって充填され、ほぼ平坦な上表面を与える。

【0020】これら二つの層の付着が一体となって改良したコンタクトを与える。低温においての第一アルミニウム層18の比較的高速での付着は、第一アルミニウム層18に非常に小さなグレイン寸法を与える。これらの条件下においてのアルミニウム層18の付着はステップカバレッジ即ち段差被覆が良好なものではない。上述した特許に記載されている条件の下での第二アルミニウム層20の付着によって全体的なステップカバレッジ即ち段差被覆が改善される。

【0021】上述したChen文献に記載されている技術は非常に良好なステップカバレッジを与えるものであるが、所望のものよりも大きなアルミニウムグレインが発生する。然しながら、上述した条件下において層18の上に層20を形成する場合には、層18内に形成されている極めて小さなグレイン上への層20内のアルミニウムの核形成が大きなグレインの成長を最小とさせ、且つ時折発生する大きなグレインの成長によって発生され

6

るランダムなボイド発生の問題を減少させるか又は排除することが可能である。

【0022】層20を形成する付着プロセスは主に400乃至500℃内の間の温度で実施するので、層20を付着形成するチャンバは比較的高い温度である。ほぼ500℃の温度から室温へ単一のチャンバを冷却させるためにはかなりの長い時間が必要である。このような遅延は処理能力に悪影響を与える。従って、本発明方法は、好適には、マルチチャンバ型のスパッタ装置に関連して実施し、その場合には、第一層18を室温状態における第一チャンバ内において付着形成し、その後、ウエハを層20を付着形成させるために第二チャンバへ移動させる。典型的には付着形成期間中にウエハの温度を上昇させるために使用される加熱アルゴンガスは第一チャンバにおいては使用しない。然しながら、層20を付着形成するためにウエハの温度を上昇させるために、第二チャンバにおいて加熱したアルゴンガスを使用することが可能である。このような態様においては、層18を付着形成するために使用されるチャンバは加熱されることがなく、従って処理能力が悪影響を受けることはない。一般的には、層18は層20よりも著しく短い時間で付着形成される。アルミニウムをスパッタするために使用される各室温のチャンバに対して複数の加熱したチャンバを配置させることが望ましい。

【0023】図4は、本発明の一実施例に基づいてアルミニウム層18、20の付着レートを示したグラフ22である。好適には室温等の低い温度に維持した第一チャンバにおいて、曲線24は、層18を形成するために短い時間の間比較的高い付着レートが使用されていることを示している。次いで、集積回路装置を具備するウエハを第二チャンバ内へ移動し、且つ層20をより低いレートで且つ温度を増加させながら曲線26にしたがって付着形成させる。好適には、第二チャンバにおける温度及び付着レートは、上述したChen特許に記載されている技術に基づいて行う。曲線26は短い時間の間40Å/秒のレートでの付着と、それに続いて60Å/秒の付着とを表わしている。上述したChen特許の図4に関連して説明されているように、その他の付着レート及び時間を使用することも可能であり、それにより同等の良好な結果が得られる。

【0024】当業者にとって明らかな如く、本発明を実施するために付着レート及び時間のその他の変形例を使用することも可能である。上述した如く、第一アルミニウム層18の厚さは開口14の寸法に依存している。開口14の寸法が小さければ小さいほど、層18を付着形成する前にコンタクト開口を完全にブロックすることがないようにするためには層18はより薄いものでなければならない。

【0025】図1に示したバリア層16はオプションである。このバリア層は、付着形成されるアルミニウム層

18のグレイン寸法を幾分改善するものと思われる。然しながら、バリア層16を付着形成しない場合であっても、層18は比較的小さなグレイン寸法で形成される。實際上、窒化チタン又はその他の物質から形成するバリア層18が存在することは、通常、開口14の下側に位置する基板10の特性に依存する。基板10内へのアルミニウムのスパイキングを防止するために、バリア物質として窒化チタンを使用することが可能である。基板10の上表面が多結晶シリコン相互接続線であるか又は金属相互接続線である場合には、バリア層16が必要でない場合がある。

【0026】以上、本発明の具体的実施の態様について詳細に説明したが、本発明はこれら具体例にのみ限定されるべきものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱することなしに種々の変形が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に基づいてアルミニウムコンタクトを製造する一過程における状態を示した概略断面図。

面図。

【図2】 本発明の一実施例に基づいてアルミニウムコンタクトを製造する一過程における状態を示した概略断面図。

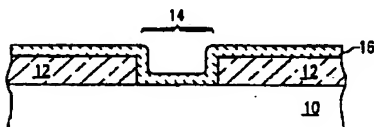
【図3】 本発明の一実施例に基づいてアルミニウムコンタクトを製造する一過程における状態を示した概略断面図。

【図4】 本発明の好適実施例に基づいてアルミニウムコンタクトを製造する好適な処理条件を示したグラフ図。

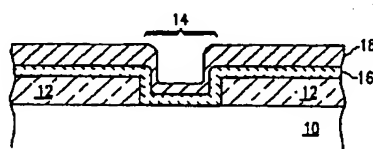
【符号の説明】

- 10 半導体基板
- 12 絶縁層
- 14 開口
- 16 バリア層
- 18 第一アルミニウム層
- 20 第二アルミニウム層

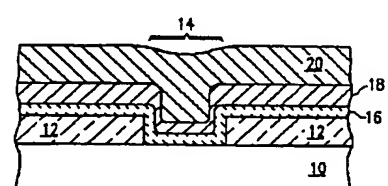
【図1】



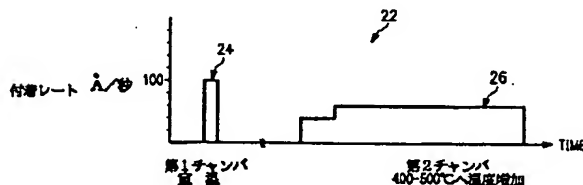
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵
H01L 21/90

識別記号 庁内整理番号
D 7514-4M

F I

技術表示箇所

(72)発明者 ロバート ビー. マクノートン
アメリカ合衆国, テキサス 75093,
プラノー, ブライドル ベンド トレイ
ル 5813

(72)発明者 デードウイ リアオ
アメリカ合衆国, テキサス 75081,
リチャードソン, モスブルック ドライ
ブ 409

